

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-060476

(43)Date of publication of application : 28.02.2003

(51)Int.Cl.

H03H 9/145

H03H 3/10

H03H 9/64

(21)Application number : 2002-100164

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 02.04.2002

(72)Inventor : TAKAMINE YUICHI

(30)Priority

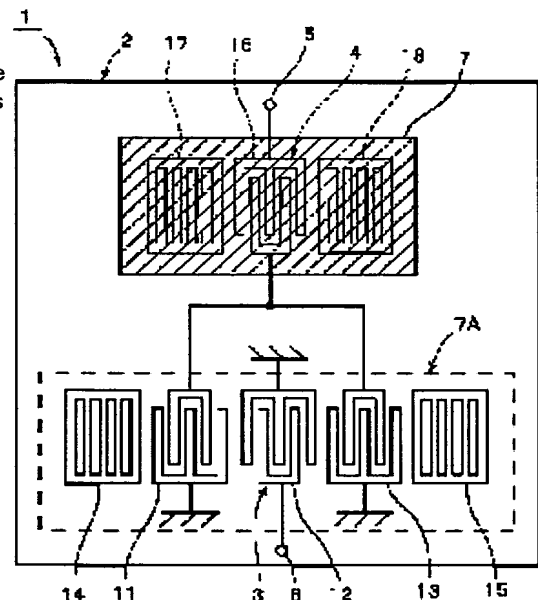
Priority number : 2001171414 Priority date : 06.06.2001 Priority country : JP

(54) SURFACE-ACOUSTIC WAVE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface-acoustic wave device having a wide frequency band which has proper frequency-temperature characteristics, without causing impairment of the large deterioration of its intra-band insertion-loss or large reduction in its electromechanical coupling factor.

SOLUTION: On a piezoelectric substrate 2 of the surface-acoustic wave apparatus 1, there are formed one or more surface-acoustic wave filters 3 and one or more surface-acoustic wave resonators 4 connected in series/in parallel with the filters 3; further, there are formed films 7 having respectively positive frequency temperature characteristics, so as to cover at least one of the one or more surface-acoustic wave resonators 4, except for the regions where the surface-acoustic wave filters 3 are formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.09.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-60476
(P2003-60476A)

(43)公開日 平成15年2月28日(2003.2.28)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
H 0 3 H	9/145	H 0 3 H	C 5 J 0 9 7
	3/10		
	9/64		Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 17 頁)

(21)出願番号	特願2002-100164(P2002-100164)
(22)出願日	平成14年4月2日(2002.4.2)
(31)優先権主張番号	特願2001-171414(P2001-171414)
(32)優先日	平成13年6月6日(2001.6.6)
(33)優先権主張国	日本 (J P)

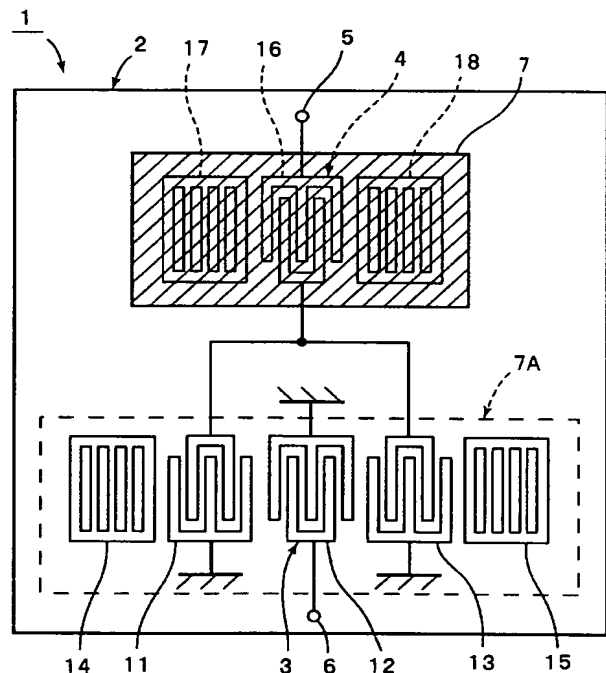
(71)出願人	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
(72)発明者	高峰 裕一 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内
(74)代理人	100086597 弁理士 宮▼崎▲ 主税
Fターム(参考)	5J097 AA13 AA19 AA21 BB17 CC03 CC04 DD29 GG03 HB04

(54)【発明の名称】 弾性表面波装置

(57)【要約】

【課題】 帯域内挿入損失の大幅な劣化を招くことなく、電気機械結合係数の大幅な低下を招くことなく、良好な周波数温度特性を有し、広帯域の弾性表面波装置を提供する。

【解決手段】 圧電基板2上に少なくとも1つの弾性表面波フィルタ3と、弾性表面波フィルタ3に直列及び/または並列に接続された少なくとも1つの弾性表面波共振器4とが構成されており、弾性表面波フィルタ3が構成されている領域を除いて、少なくとも1つの弾性表面波共振器のうち少なくとも1つを覆うように正の周波数温度特性を有する膜7が形成されている、弾性表面波装置1。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 負の周波数温度特性を有する圧電基板と、

前記圧電基板上に構成された少なくとも 1 つの弾性表面波フィルタと、

前記圧電基板上に構成されており、前記弾性表面波フィルタに直列及び／または並列に接続された少なくとも 1 つの一端子対弾性表面波共振子とを備え、

前記圧電基板上において、前記弾性表面波フィルタが構成されている領域を除いて、少なくとも 1 つの前記弾性表面波共振子のうち少なくとも 1 つを覆うように形成された正の周波数温度特性を有する膜とを備える、弾性表面波装置。

【請求項 2】 前記弾性表面波フィルタに直列に接続された前記一端子対弾性表面波共振子の少なくとも 1 つを覆うように、前記正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、前記一端子対弾性表面波共振子の反共振周波数が、前記弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の減衰域に存在するように構成されている、請求項 1 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 3】 前記弾性表面波フィルタに並列に接続された前記一端子対弾性表面波共振子の少なくとも 1 つを覆うように前記正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、前記一端子対弾性表面波共振子の共振周波数が、前記弾性表面波フィルタの通過帯域低域側の減衰域に存在するように構成されている、請求項 1 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 4】 前記一端子対弾性表面波共振子のうち、弾性表面波フィルタに直列に接続された少なくとも 1 つの一端子対弾性表面波共振子を覆うように前記正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、該一端子対弾性表面波共振子の反共振周波数が前記弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の減衰域に存在するように構成されており、前記弾性表面波フィルタに並列に接続された少なくとも 1 つの一端子対弾性表面波共振子を覆うように前記正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、該並列に接続された一端子対弾性表面波共振子の共振周波数が前記弾性表面波フィルタの通過帯域低域側の減衰域に存在するように構成されている、請求項 1 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 5】 圧電基板と、
前記圧電基板上に構成された少なくとも 1 つの弾性表面波フィルタと、
前記圧電基板上に構成されており、前記弾性表面波フィルタに直列及び／または並列に接続された少なくとも 1 つの弾性表面波共振子とを備え、
前記圧電基板上において前記少なくとも 1 つの一端子対弾性表面波共振子を覆うように形成された少なくとも 1 つの第 1 の正の周波数温度特性を有する膜と、
前記圧電基板上において、前記弾性表面波フィルタを覆

うように形成された第 2 の正の周波数温度特性を有する膜とを備え、

前記第 2 の正の周波数温度特性を有する膜の厚みが、第 1 の正の周波数温度特性を有する膜の厚みよりも薄くされている、弾性表面波装置。

【請求項 6】 前記弾性表面波フィルタに直列に接続された前記一端子対弾性表面波共振子の少なくとも 1 つを覆うように、前記第 1 の正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、前記一端子対弾性表面波共振子の反共振周波数が、前記弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の減衰域に存在するように構成されている、請求項 5 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 7】 前記弾性表面波フィルタに並列に接続された前記一端子対弾性表面波共振子の少なくとも 1 つを覆うように前記第 1 の正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、前記一端子対弾性表面波共振子の共振周波数が、前記弾性表面波フィルタの通過帯域低域側の減衰域に存在するように構成されている、請求項 5 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 8】 前記一端子対弾性表面波共振子のうち、弾性表面波フィルタに直列に接続された少なくとも 1 つの一端子対弾性表面波共振子を覆うように前記第 1 の正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、該一端子対弾性表面波共振子の反共振周波数が前記弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の減衰域に存在するように構成されており、前記弾性表面波フィルタに並列に接続された一端子対弾性表面波共振子を覆うように前記第 1 の正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、該並列に接続された一端子対弾性表面波共振子の共振周波数が前記弾性表面波フィルタの通過帯域低域側の減衰域に存在するように構成されている、請求項 5 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 9】 前記正の周波数温度特性を有する膜が、酸化ケイ素膜である、請求項 1～8 のいずれかに記載の弾性表面波装置。

【請求項 10】 前記酸化ケイ素膜が、SiO₂膜である、請求項 9 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 11】 前記圧電基板が、36°～44° Y カット X 伝搬 LiTaO₃ 基板からなる、請求項 1～10 のいずれかに記載の弾性表面波装置。

【請求項 12】 請求項 1～11 のいずれかに記載の弾性表面波装置の周波数調整方法であって、前記正の周波数温度特性を有する膜が形成されている一端子対弾性表面波共振子のうち、少なくとも 1 つの一端子対弾性表面波共振子において、正の周波数温度特性を有する膜をエッチングすることにより周波数調整を行うことを特徴とする、弾性表面波装置の周波数調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、弾性表面波フィル

タと弾性表面波共振子とが接続されている構造を有する弾性表面波装置に関し、特に、圧電基板上に正の周波数温度特性を有する膜が形成されている構造を備えた弾性表面波装置及びその周波数調整方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、携帯電話システムでは、加入者の増加及びサービスの多様化に伴って、送信帯域及び受信帯域の幅が広く、かつ送信側周波数帯と受信側周波数帯が近いシステムが増えてきている。これに伴って、通過帯域幅が広く、かつ通過帯域ごく近傍の減衰量が大きいバンドパスフィルタが強く求められている。

【0003】携帯電話用RFフィルタとして、弾性表面波フィルタが広く用いられている。この種の弾性表面波フィルタでは、広帯域化を果たすために、電気機械結合係数が大きい $36^{\circ} \sim 44^{\circ}$ YカットX伝搬のLiTaO₃基板が用いられている。しかしながら、 $36^{\circ} \sim 44^{\circ}$ YカットX伝搬LiTaO₃基板の周波数温度依存性は、 $-30 \sim -35 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ と大きく、従って、この基板を用いた弾性表面波フィルタでは、温度変化に対するマージンを多く確保しなければならなかった。そのため、通過帯域ごく近傍の減衰量を大きくすることが困難であった。

【0004】 $36^{\circ} \sim 44^{\circ}$ YカットX伝搬LiTaO₃基板の周波数温度特性を補償する方法として、Al電極を基板上に形成した後、SiO₂膜をさらに積層する方法が提案されている（特開平2-37815号公報）。ここでは、負の温度係数を有する $36^{\circ} \sim 44^{\circ}$ YカットX伝搬LiTaO₃基板上に、正の温度係数を有するSiO₂膜を形成することにより、温度係数の絶対値が小さくされている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、SiO₂膜を積層すると、弾性表面波フィルタの伝搬損失が大きくなり、電気機械結合係数が小さくなるという問題があった。

【0006】例えば、 36° YカットX伝搬LiTaO₃基板上に縦結合3IDT型共振子フィルタを構成した場合の周波数特性が図16に示す通りとする。なお、図中、「拡大スケールで示した特性」は、縦軸の右側で示した拡大スケールにより示されている特性を示す。この共振子フィルタ上に、SiO₂膜を電極指ピッチによって定められる波長の15%の厚みとなるように積層した場合の周波数特性は、図17に示すとおりとなる。

【0007】図16及び図17の比較から明らかなように、SiO₂膜の形成による伝搬損失の悪化により、帯域内挿入損失が大きく悪化すること、並びに電気機械結合係数が小さくなることによりフィルタの通過帯域の中央部が大きく窪んでいることがわかる。

【0008】上記のようなSiO₂膜の形成による伝搬損失の悪化は、フィルタの中心周波数が高い程大きくな

り、携帯電話用RFフィルタとして用いられる周波数帯では、使用不可能となる程に、帯域内挿入損失が悪化する。

【0009】また、電気機械結合係数が小さくなるため、フィルタの広帯域化が困難となり、従って、SiO₂膜の形成による周波数温度特性改善方法は、RFフィルタに起用するのは困難であった。

【0010】本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、正の周波数温度特性を有する膜の形成により周波数温度特性を改善することができ、しかも帯域内挿入損失の悪化を抑制することができ、かつ広帯域化を図ることができる、弾性表面波装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の広い局面によれば、圧電基板と、前記圧電基板上に構成された少なくとも1つの弾性表面波フィルタと、前記圧電基板上に構成されており、前記弾性表面波フィルタに直列及び／または並列に接続された少なくとも1つの一端子対弾性表面波共振子とを備え、前記圧電基板上において、前記弾性表面波フィルタが構成されている領域を除いて、少なくとも1つの前記弾性表面波共振子のうち少なくとも1つを覆うように形成された正の周波数温度特性を有する膜とを備える弾性表面波装置が提供される。

【0012】本発明の特定の局面では、前記弾性表面波フィルタに直列に接続された前記一端子対弾性表面波共振子の少なくとも1つを覆うように、前記正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、前記一端子対弾性表面波共振子の反共振周波数が、前記弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の減衰域に存在するように構成されている。

【0013】本発明の別の特定の局面では、前記弾性表面波フィルタに並列に接続された前記一端子対弾性表面波共振子の少なくとも1つを覆うように前記正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、前記一端子対弾性表面波共振子の共振周波数が、前記弾性表面波フィルタの通過帯域低域側の減衰域に存在するように構成されている。

【0014】本発明にかかる弾性表面波装置のさらに別の特定の局面では、前記一端子対弾性表面波共振子のうち、弾性表面波フィルタに直列に接続された少なくとも1つの一端子対弾性表面波共振子を覆うように前記正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、該一端子対弾性表面波共振子の反共振周波数が前記弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の減衰域に存在するように構成されており、前記弾性表面波フィルタに並列に接続された少なくとも1つの一端子対弾性表面波共振子を覆うように前記正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、該並列に接続された一端子対弾性表面波共振子の共振周波数が前記弾性表面波フィルタの通過帯域低域側の

減衰域に存在するように構成されている。

【0015】本発明の別の広い局面によれば、圧電基板と、前記圧電基板上に構成された少なくとも1つの弾性表面波フィルタと、前記圧電基板上に構成されており、前記弾性表面波フィルタに直列及び／または並列に接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子とを備え、前記圧電基板上において前記少なくとも1つの一端子対弾性表面波共振子を覆うように形成された少なくとも1つの第1の正の周波数温度特性を有する膜と、前記圧電基板上において、前記弾性表面波フィルタを覆うように形成された第2の正の周波数温度特性を有する膜とを備え、前記第2の正の周波数温度特性を有する膜の厚みが、第1の正の周波数温度特性を有する膜の厚みよりも薄くされている弾性表面波装置が提供される。

【0016】第2の発明の特定の局面では、前記弾性表面波フィルタに直列に接続された前記一端子対弾性表面波共振子の少なくとも1つを覆うように、前記第1の正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、前記一端子対弾性表面波共振子の反共振周波数が、前記弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の減衰域に存在するように構成されている。

【0017】第2の発明の別の特定の局面では、前記弾性表面波フィルタに並列に接続された前記一端子対弾性表面波共振子の少なくとも1つを覆うように前記第1の正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、前記一端子対弾性表面波共振子の共振周波数が、前記弾性表面波フィルタの通過帯域低域側の減衰域に存在するように構成されている。

【0018】第2の発明に係る弾性表面波装置のさらに別の特定の局面では、前記一端子対弾性表面波共振子のうち、弾性表面波フィルタに直列に接続された少なくとも1つの一端子対弾性表面波共振子を覆うように前記第1の正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、該一端子対弾性表面波共振子の反共振周波数が前記弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の減衰域に存在するように構成されており、前記弾性表面波フィルタに並列に接続された一端子対弾性表面波共振子を覆うように前記第1の正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、該並列に接続された一端子対弾性表面波共振子の共振周波数が前記弾性表面波フィルタの通過帯域低域側の減衰域に存在するように構成されている。

【0019】本発明（第1、第2の発明）では、好ましくは、上記正の周波数温度特性を有する膜として酸化ケイ素膜または窒化ケイ素膜が用いられ、より好ましくは SiO_2 膜が用いられる。

【0020】本発明（第1、第2の発明）では、好ましくは圧電基板として $36^\circ \sim 44^\circ$ YカットX伝搬 LiTaO_3 基板が用いられる。

【0021】本発明に係る弾性表面波装置の周波数調整方法は、本発明に従って構成された弾性表面波装置の周

波数調整にあたり、正の周波数温度特性を有する膜が形成されている一端子対弾性表面波共振子のうち、少なくとも1つの一端子対弾性表面波共振子において、上記正の周波数温度特性を有する膜をエッチングすることを特徴とする。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0023】図1は、本発明の第1の実施例に係る弾性表面波装置の模式的平面図である。本実施例の弾性表面波装置1では、 36° YカットX伝搬 LiTaO_3 基板からなる圧電基板2が用いられている。

【0024】圧電基板2上に、3 IDT型の弾性表面波フィルタ3と、一端子対弾性表面波共振子4とがA1電極により形成されている。なお、A1電極の膜厚は、電極指ピッチで定められる波長の8%とした。もともと、A1電極の膜厚は、周波数や必要帯域幅によって最適値が異なる。

【0025】弾性表面波フィルタ3は、表面伝搬方向に沿って配置された3個のIDT11～13と、IDT11～13が設けられている領域の両側に設けられた反射器14、15とを有する。すなわち、弾性表面波フィルタ3は、縦結合の3 IDT型弾性表面波共振子フィルタである。もともと、本実施例において、上記弾性表面波フィルタ3は、この縦結合型3 IDT型弾性表面波共振子フィルタに限らず、他の構造のものであってもよい。

【0026】一端子対弾性表面波共振子4は、IDT16と、IDT16の両側に配置された反射器17、18とを有する。もともと、反射器17、18は設けられていなくともよい。

【0027】IDT11、13の一端が共通接続され、一端子対弾性表面波共振子4のIDT16に接続されている。また、一端子対弾性表面波共振子4のIDT16の他端が入力端子5に接続されている。IDT12の一端が出力端子6に接続されている。IDT12の他端がアース電位に接続されている。また、IDT11、13のIDT16に接続されている側とは反対側の端部はアース電位に接続されている。

【0028】すなわち、一端子対弾性表面波共振子4は、弾性表面波フィルタ3に直列に接続されている。一端子対弾性表面波共振子4を覆うように、 SiO_2 膜7が形成されている。

【0029】すなわち、本実施例では、圧電基板2上において、弾性表面波フィルタ3が設けられている領域を除き、少なくとも一端子対弾性表面波共振子4が設けられている領域を覆うように SiO_2 膜7が形成されている。 SiO_2 膜7の膜厚は、一端子対弾性表面波共振子4の電極指ピッチによって定められる波長の15%とされているが、この SiO_2 膜7の膜厚は、弾性表面波フィルタ3及び一端子対弾性表面波共振子4の構造及び下

地の A1 電極膜の膜厚により、その最適値は異なる。

【0030】本実施例では、SiO₂膜 7 の形成は、以下のようにして行われる。すなわち、圧電基板 2 上に、弾性表面波フィルタ 3 及び一端子対弾性表面波共振子 4 を A1 電極膜により形成した後、スパッタリングにより全面に SiO₂膜を形成する。このスパッタリングにはどのような装置を用いても良いが、ECR スパッタ装置を用いることが望ましい。しかる後、一端子対弾性表面波共振子 4 が設けられている領域をレジストで被覆し、レジストで被覆されている領域以外の SiO₂膜をエッチングにより除去する。次に、上記レジストを除去する。

【0031】SiO₂膜 7 の形成方法は、上記方法に限定されず、CVD を用いた方法、またはエッチングにより不要な SiO₂膜を除去する代わりにリフトオフプロセスにより除去する方法など、様々な方法を用いることができる。

【0032】また、一端子対弾性表面波共振子 4 上の SiO₂膜 7 を必要分だけドライエッチングにより除去することにより、一端子対弾性表面波共振子 4 の周波数調整を行うことができる。この周波数調整において行われるエッチングプロセスは、ウェットエッチングであってもよい。上記のような周波数調整を行うことにより、弾性表面波装置 1 の不良率を大幅に低減することができる。

【0033】上記実施例に従って、構成された弾性表面波装置 1 の効果を確認するために、SiO₂膜 7 が形成されていないことを除いては、上記実施例と同様に構成された図 2 に示す比較例の弾性表面波装置 1A を用意した。そして、弾性表面波装置 1、1A の周波数特性を測定した。なお、弾性表面波フィルタ 3 及び一端子対弾性表面波共振子 4 の仕様は以下のとおりとした。

【0034】弾性表面波フィルタ 3…IDT11～13 の電極指ピッチ：1.02 μm、IDT11～13 の電極指の対数 13.5/20.5/13.5 対、反射器 14, 15 の電極指の本数＝100 本、一端子対弾性表面波共振子 4 の IDT16 の電極指ピッチ＝0.96 μm、電極指の対数＝150 対、反射器 17, 18 の電極指の本数＝30 本

【0035】図 3 及び図 4 から明らかなように、第 1 の実施例の弾性表面波装置 1 の周波数特性では、比較例 1 の弾性表面波装置 1A に比べて、通過帯域高域側（2010～2030 MHz 付近）の減衰量及び帯域内挿入損失が若干悪化している。これは、SiO₂膜 7 の形成により、一端子対弾性表面波共振子 4 の伝搬損失が大きくなったためである。

【0036】しかしながら、この帯域内挿入損失の悪化は、RF フィルタとして使用不可能な程度まで大きいものではない。また、弾性表面波装置 1 における通過帯域高域側ごく近傍の急峻性は、弾性表面波装置 1A にお

る急峻性とほぼ同等である。

【0037】次に、弾性表面波装置 1、1A について、温度を -25℃～+75℃の範囲で変化させた場合の周波数特性の変化を測定した。結果を図 5 及び図 6 に示す。

【0038】図 5 に示す弾性表面波装置 1 の周波数特性では、図 6 に示す弾性表面波装置 1A の周波数特性に比べて、通過帯域ごく近傍の周波数においては、温度に対する変化が小さくなっていることがわかる。この変化を温度係数で比較すると、通過帯域高域側において、スルーレベル（0 dB）から 5 dB の減衰量の位置における温度係数は、弾性表面波装置 1A では -35.1 ppm/℃であるのに対し、実施例の弾性表面波装置 1 では -23.8 ppm/℃まで改善されていることがわかる。なお、本明細書において、温度係数とは、温度に対する周波数の変化量を ppm で表わしたものであり、ppm で表現しているのは、周波数が変わるとピッチが変わるため、温度に対する変化の度合いが変化するからである。上記スルーレベルから減衰量が 5 dB である周波数を各温度で求め、このデータを直線近似することにより、温度に対する周波数変化の係数が求められる。この温度に対する周波数変化の係数を、フィルタの中心周波数（1960 MHz）で割ることにより、温度係数（ppm）が求められる。

【0039】上記から、実施例の弾性表面波装置 1 によれば、通過帯域ごく近傍に存在する減衰域における周波数変化を、使用温度範囲を -25℃～+75℃とした場合、約 1.1 MHz 小さくし得ることがわかる。

【0040】上記温度特性が改善される効果をより明瞭に説明するために、弾性表面波装置 1 における弾性表面波フィルタ 3 及び一端子対弾性表面波共振子 4、並びに弾性表面波装置 1A における一端子対弾性表面波共振子を、それぞれ単体で -25℃～+75℃まで温度を変化させた場合の周波数特性を図 7～図 9 に示す。なお、弾性表面波フィルタ 1A における弾性表面波共振子では、前述したように SiO₂膜 7 が積層されていない。

【0041】図 7～9 から明らかなように、弾性表面波フィルタ 3 の通過帯域高域側の減衰域の周波数と、一端子対弾性表面波共振子 4 の反共振周波数がほぼ一致していることがわかる。これにより、弾性表面波装置 1 では、通過帯域高域側ごく近傍の周波数温度特性は、弾性表面波フィルタ 3 に一端子対弾性表面波共振子 4 が直列に接続されると、周波数温度特性は両者の中間的な周波数温度特性となる。すなわち、上記実施例のように、弾性表面波フィルタ 3 の通過帯域高域側の減衰域に、一端子対弾性表面波共振子の反共振周波数を設定することにより、一端子対弾性表面波共振子の周波数温度特性が改善され、通過帯域高域側における周波数温度特性が改善される。

【0042】図 8 と図 9 とを比較すれば、図 8 に示した

特性の弾性表面波共振子の方が、図 9 に示した特性の弾性表面波共振子よりも温度に対する周波数変化が小さくなっている。従って、図 8 に示した特性の弾性表面波共振子あるいは図 9 に示した特性の弾性表面波共振子を図 7 に示した弾性表面波フィルタに直列に接続した場合、通過帯域高周波側における温度に対する周波数変化は、図 8 に示した特性の弾性表面波共振子を使った場合の方が小さくなる。

【0043】この場合、弾性表面波フィルタ 3 には SiO₂ 膜が形成されていないので、伝搬損失が大きく悪化せず、かつ電気機械結合係数が小さくなることはない。すなわち、弾性表面波フィルタ 3 に直列に接続された一端子対弾性表面波共振子において SiO₂ 膜が形成されている場合の該一端子対弾性表面波共振子の反共振周波数を、弾性表面波フィルタ 3 の通過帯域高域側の減衰域に存在させることにより、帯域内挿入損失の大きな劣化を抑制し、通過帯域高域側において良好な周波数温度特性を有する、広帯域の弾性表面波装置 1 を構成することができる。

【0044】図 10 は、本発明の第 2 の実施例に係る弾性表面波装置 21 の模式的平面図である。第 2 の実施例の弾性表面波装置 21 では、36° Y カット X 伝搬 LiTaO₃ 基板 22 上に、A1 電極により、弾性表面波フィルタ 23 及び一端子対弾性表面波共振子 24 が形成されている。A1 電極の膜厚は、電極指ピッチにより定められる波長の 8% とした。

【0045】弾性表面波フィルタ 23 では、表面波伝搬方向に沿って 3 個の IDT 31~33 が配置されている。また、IDT 31~33 が設けられている領域の両側に反射器 34、35 が配置されている。すなわち、弾性表面波フィルタ 33 は、縦結合型の 3 IDT 型弾性表面波共振子フィルタである。

【0046】一端子対弾性表面波共振子 24 では、IDT 36 の両側に反射器 37、38 が配置されている。一端子対弾性表面波共振子 24 を覆うように SiO₂ 膜 27 が形成されている。

【0047】SiO₂ 膜 27 の膜厚は、電極指ピッチによって定められる波長の 15% とされている。この SiO₂ 膜の形成方法は第 1 の実施例と同様である。

【0048】本実施例では、上記弾性表面波フィルタ 23 の IDT 31、33 の一端が共通接続され、入力端子 25 に接続されている。また、IDT 31、33 の他端はアース電位に接続される。IDT 32 の一端が出力端子 26 に接続されており、他端がアース電位に接続されている。そして、一端子対弾性表面波共振子 24 の IDT 36 の一端が入力端子 25 に、他端がアース電位に接続されている。従って、一端子対弾性表面波共振子 24 は、弾性表面波フィルタ 23 に並列に接続されている。

【0049】第 2 の実施例の弾性表面波装置 21 の効果を明らかにするために、比較例 2 として、図 11 に模式

的に示す弾性表面波装置 21A を用意した。この弾性表面波装置 21A は、一端子対弾性表面波共振子 24 を覆うように SiO₂ 膜 27 が形成されていないことを除いては、弾性表面波装置 21 と同様に構成されている。

【0050】なお、弾性表面波フィルタ 23 及び一端子対弾性表面波共振子 24 の仕様は第 1 の実施例の弾性表面波フィルタ 3 及び一端子対弾性表面波共振子 4 と同様とした。

【0051】図 12 及び図 13 は、弾性表面波装置 21、21A を、-25℃~+75℃の範囲で温度変化させた場合の周波数特性の変化をそれぞれ示す。図 12 及び図 13 から明らかなように、第 2 の実施例の弾性表面波装置 21 の周波数特性では、通過帯域低域側ごく近傍の温度に対する変化が、比較例 2 の弾性表面波装置 21A の周波数特性の場合に比べて小さくなっていることがわかる。これを温度係数で比較すると、比較例 2 の弾性表面波装置 21A では、通過帯域高域側において、スルーレベル (0 dB) から減衰量が 5 dB の位置における温度係数は -35.7 ppm/℃ であるのに対し、第 2 の実施例の弾性表面波装置 21A では -25.6 ppm/℃ まで改善されている。

【0052】従って、第 2 の実施例では、通過帯域高域側ごく近傍にある減衰域 A における周波数変化を、使用温度範囲を -25℃~+75℃とした場合、約 1.0 MHz 小さくすることができる。

【0053】上記効果は、SiO₂ 膜が積層されている一端子対弾性表面波共振子 24 が弾性表面波フィルタ 23 に並列に接続されており、一端子対弾性表面波共振子 24 の共振周波数が、通過帯域低域側の減衰域に存在するように構成されていることにより、弾性表面波装置 21 の通過帯域低域側の周波数温度特性は、弾性表面波フィルタ 23 の周波数温度特性と一端子対弾性表面波共振子 24 の周波数温度特性の中間的な周波数温度特性となっていることによる。すなわち、弾性表面波フィルタ 23 に並列に接続されており、かつ SiO₂ 膜が積層されている一端子対弾性表面波共振子 24 の共振周波数を、弾性表面波フィルタ 23 の通過帯域低域側の減衰域に存在させることにより、帯域内挿入損失の大幅な劣化を招くことなく、通過帯域低域側において良好な周波数温度特性を有する、広帯域の弾性表面波装置 21 を提供することができる。

【0054】図 14 は、本発明の第 3 の実施例に係る弾性表面波装置の略図的平面図である。弾性表面波フィルタ装置 41 では、36° Y カット X 伝搬 LiTaO₃ 基板からなる圧電基板 (図示せず) 上に、弾性表面波フィルタ 43 と、弾性表面波フィルタ 43 に直列に接続された一端子対弾性表面波共振子 44 と、並列に接続された一端子対弾性表面波共振子 45 とが形成されている。弾性表面波フィルタ 43、一端子対弾性表面波共振子 44、45 は、A1 電極により構成されており、この A1

電極の膜厚は、電極指ピッチにより決められる波長の 8 %とされている。

【0055】また、一端子対弾性表面波共振子 44、45 を覆うように、SiO₂膜 48、48A が形成されている。弾性表面波フィルタ 43 上には SiO₂膜は形成されていない。

【0056】従って、弾性表面波装置 41 は、第 1、第 2 の実施例の弾性表面波装置 1、11 を組み合わせた構造に相当する。弾性表面波フィルタ 43 は、弾性表面波フィルタ 3、13 と同様に構成されている。また、弾性表面波共振子 44 は、第 1 の実施例で用いた弾性表面波共振子 4 と同様に構成されており、弾性表面波共振子 45 は、第 2 の実施例で用いられた弾性表面波共振子 14 と同様に構成されている。

【0057】なお、図 16 において、46 は入力端子を、47 は出力端子を示す。本実施例においては、SiO₂膜 48、48A の膜厚は、電極指ピッチにより定められる波長の 15 %とした。なお、SiO₂膜の形成方法は第 1 の実施例と同様である。

【0058】本実施例の弾性表面波装置 41 を、-25℃~+75℃の範囲で温度変化させた場合の周波数特性の変化を図 15 に示す。なお、弾性表面波フィルタ 43、弾性表面波共振子 44、45 は、第 1、第 2 の実施例と同様に構成した。

【0059】図 15 から明らかなように、第 3 の実施例の周波数特性では、通過帯域低域側及び高域側ごく近傍の周波数において温度に対する変化が小さくなっていることがわかる。温度係数で評価すると、通過帯域低域側において、スルーレベル (0 dB) から減衰量が 5 dB である周波数における温度係数は -25.3 ppm/℃、通過帯域高域側においてスルーレベルから減衰量が 5 dB である周波数における温度係数は -25.7 ppm/℃である。従って、第 1、第 2 の実施例において、比較のために用意した比較例 1、2 の弾性表面波装置に比べて、本実施例では、通過帯域全体において周波数温度特性が改善され得ることがわかる。

【0060】第 3 の実施例では、第 1、第 2 の実施例を組み合わせた構造とされているので、弾性表面波フィルタ 33 に直列に接続されている一端子対弾性表面波共振子 34 の反共振周波数が、通過帯域高域側の減衰域に存在するように構成されており、並列に接続されている一端子対弾性表面波共振子 45 の共振周波数が、通過帯域低域側の減衰域に存在するように構成されているので、第 1、第 2 の実施例の双方の効果を達成することができる。従って、通過帯域内における挿入損失の大幅な劣化を招くことなく、通過帯域内全体において、良好な周波数温度特性を有し、広帯域の弾性表面波装置 41 を提供することができる。

【0061】なお、第 1~第 3 の実施例においては、弾性表面波フィルタ 3、23、43 上には SiO₂膜が形

成されていないが、例えば、図 3 において破線で模式的に示すように、弾性表面波フィルタ 3 を覆うように第 2 の SiO₂膜 7A を形成してもよい。この場合、一端子対弾性表面波共振子 4 を覆う SiO₂膜を第 1 の SiO₂膜とすると、第 2 の SiO₂膜 7A の厚みは、第 1 の SiO₂膜 7 の厚みより薄くされていけばよい。すなわち、例えば金属粉が付着するのを防止するのに、保護膜として、弾性表面波フィルタ 3 を覆うように第 2 の SiO₂膜 7A を形成してもよく、その場合には、第 2 の SiO₂膜 7A の厚みを第 1 の SiO₂膜 7 よりも薄くしておけばよく、すなわち弾性表面波フィルタ 3 の特性が劣化しない程度の薄い SiO₂膜 7A を形成してもよい。このような厚みの薄い第 2 の SiO₂膜 7A を形成した場合であっても、第 1 の実施例と同様に、第 1 の SiO₂膜 7 の形成により、第 1 の実施例と同様に帯域内挿入損失の大きな劣化を招くことなく、周波数温度特性を改善することができる。同様に、第 2、第 3 の実施例においても、弾性表面波フィルタ 23、43 を覆うように弾性表面波共振子を覆う第 1 の SiO₂膜よりも厚みが薄く、特性が劣化しない程度の第 2 の SiO₂膜を形成してもよく、第 2、第 3 の実施例と同様に帯域内挿入損失の大きな劣化を招くことなく周波数温度特性を改善することができる。

【0062】なお、第 1 の実施例では、弾性表面波フィルタ 3 に直列に 1 個の弾性表面波共振子 4 が接続されており、第 2 の実施例では、弾性表面波フィルタ 23 に並列に 1 個の弾性表面波共振子 24 が接続されていたが、それぞれ、複数の一端子対弾性表面波共振子が接続されていてもよい。その場合、複数の弾性表面波共振子のうち少なくとも 1 つの弾性表面波共振子を覆うように SiO₂膜が形成されていれば、第 1、第 2 の実施例と同様に、周波数温度特性を改善することができる。

【0063】また、第 3 の実施例では、弾性表面波フィルタ 43 に 1 個の弾性表面波共振子 44 が直列に、1 個の弾性表面波共振子 45 が並列に接続されていたが、直列に接続される弾性表面波共振子が複数であってもよく、並列に接続される弾性表面波共振子が複数であってもよく、これらの双方が複数であってもよい。この場合においても、少なくとも 1 つの弾性表面波共振子において、SiO₂膜が形成されていれば、第 1 の実施例または第 2 の実施例と同様に周波数温度特性を改善することができ、好ましくは、直列に接続される弾性表面波共振子及び並列に接続される弾性表面波共振子の双方に、第 3 の実施例のように SiO₂膜が形成され、それによって通過帯域の広い範囲に渡り周波数温度特性を改善することができる。

【0064】第 1 の実施例において説明したように、本発明に係る弾性表面波装置では、上記のようにして一端子対弾性表面波共振子を覆うように形成されている正の周波数温度特性を有する膜を、少なくとも 1 つの弾性表

面波共振子においてエッチングすることにより、周波数調整を行うことができ、それによって所望とする受信周波数の弾性表面波装置を容易に提供することができる。

【0065】なお、上記実施例では、正の周波数温度特性を有する膜として、 SiO_2 膜が用いられていたが、 SiO_2 膜以外の酸化ケイ素膜を用いてもよく、また窒化ケイ素膜などの他の正の周波数温度特性を有する膜を用いてもよい。

【0066】なお、上記実施例では、圧電基板として、 36°Y カット X 伝搬の LiTaO_3 基板を用いたが、本発明では、これに限らず、 $36^\circ\sim 44^\circ\text{Y}$ カット X 伝搬の LiTaO_3 基板、すなわち、負の温度係数を有する上記圧電基板を用いた弾性表面波装置に好適に用いることができる。

【0067】また、本発明において、圧電基板上に構成される弾性表面波フィルタは複数であってもよい。

【0068】

【発明の効果】第1の発明に係る弾性表面波装置では、少なくとも1つの弾性表面波フィルタに直列及び／または並列に少なくとも1つの弾性表面波共振子が接続されており、弾性表面波フィルタが構成されている領域を除いて、少なくとも1つの弾性表面波共振子のうち少なくとも1つを覆うように正の周波数温度特性を有する膜が形成されている。 SiO_2 膜は正の温度係数を有し、従って、圧電基板として、負の温度係数を有するものが用いられているが、弾性表面波装置の通過帯域の高域側または低域側ごく近傍の周波数温度特性が、弾性表面波フィルタ及び直列または並列に接続された一端子対弾性表面波共振子の周波数温度特性の中間的な周波数温度特性となるとなるため、弾性表面波装置全体としての周波数温度特性が改善される。しかも、弾性表面波フィルタ自体には、正の周波数温度特性を有する膜が形成されていないので、伝搬損失の大幅な劣化や電気機械結合係数の低下を招くことがない。

【0069】すなわち、従来、温度特性を改善するために弾性表面波フィルタにおいては全面に SiO_2 膜が設けられていたが、この場合には、電気機械結合係数が小さくなるという問題があった。これに対して、第1の発明では、一端子対弾性表面波共振子を弾性表面波フィルタに接続することにより十分な減衰量が得られる。しかも、弾性表面波共振子にのみ一定の周波数温度特性を有する膜を形成することにより、温度特性が改善されている。すなわち、フィルタ特性を維持しつつ、温度特性が改善される。従って、帯域内挿入損失の劣化を招くことなく、良好な周波数温度特性を有する広帯域の弾性表面波装置を提供することができる。

【0070】第1の発明の第1の特定の局面では、弾性表面波フィルタに直列に接続された一端子対弾性表面波共振子の少なくとも1つを覆うように、上記 SiO_2 膜が形成されており、一端子対弾性表面波共振子の反共振

周波数が弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の減衰域に存在するように構成されている。従って、通過帯域高域側における周波数温度特性が改善され、すなわち大きな通過帯域内挿入損失の劣化を招くことなく、通過帯域高域側において良好な周波数温度特性を有する、広帯域の弾性表面波装置を提供することができる。

【0071】第1の発明の第2の特性の局面では、弾性表面波フィルタに並列に接続された一端子対弾性表面波共振子のうち少なくとも1つを覆うように正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、一端子対弾性表面波共振子の共振周波数が、弾性表面波フィルタの通過帯域低域側の減衰域に存在するように構成されているので、通過帯域低域側における周波数温度特性を改善することができ、大幅な帯域内挿入損失の劣化を招くことなく、通過帯域低域側において良好な周波数温度特性を有する、広帯域の弾性表面波装置を提供することができる。

【0072】第1の発明において、上記第1、第2の特定の局面で提供される構成を組み合わせた場合には、通過帯域の高域側及び低域側の双方において周波数温度特性を改善することができ、それによって大幅な帯域内挿入損失の劣化を招くことなく、通過帯域の全域に渡り良好な周波数温度特性を有し、広帯域の弾性表面波装置を提供することができる。

【0073】第2の発明に係る弾性表面波装置では、圧電基板上に少なくとも1つの弾性表面波フィルタが構成されており、該弾性表面波フィルタに直列及び／または並列に少なくとも1つの弾性表面波共振子が接続されている構成において、少なくとも1つの弾性表面波共振子を覆うように少なくとも1つの第1の正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、弾性表面波フィルタを覆うように第2の正の周波数温度特性を有する膜が形成されており、第2の正の周波数温度特性を有する膜の厚みが第1の正の周波数温度特性を有する膜の厚みよりも薄くされているので、すなわち、第2の発明においても、第1の正の周波数温度特性を有する膜が少なくとも1つの弾性表面波共振子を被覆しているので、弾性表面波共振子の負荷により十分な減衰量が得られ、かつ該第1の正の周波数温度特性を有する膜により温度特性が改善される。上記第1の正の周波数温度特性を有する膜が形成されているため、大幅な帯域内挿入損失の劣化を招くことなく、通過帯域の低域側または高域側において良好な周波数温度特性を実現することができ、広帯域の弾性表面波装置を提供することができる。また、この場合、第2の正の周波数温度特性を有する膜により弾性表面波フィルタが覆われているので、金属粉などに対して弾性表面波フィルタを保護することができる。

【0074】第2の発明の第1の特定の局面では、弾性表面波フィルタに直列に接続された一端子対弾性表面波共振子の少なくとも1つを覆うように、上記第1の Si

O₂膜が形成されており、一端子対弾性表面波共振子の反共振周波数が弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の減衰域に存在するように構成されているので、通過帯域高域側における周波数温度特性が改善され、すなわち大きな通過帯域内挿入損失の劣化を招くことなく、通過帯域高域側において良好な周波数温度特性を有する、広帯域の弾性表面波装置を提供することができる。

【0075】第2の発明の第2の特性の局面では、弾性表面波フィルタに並列に接続された一端子対弾性表面波共振子のうち少なくとも1つを覆うように第1のSiO₂膜が形成されており、一端子対弾性表面波共振子の共振周波数が、弾性表面波フィルタの通過帯域低域側の減衰域に存在するように構成されているので、通過帯域低域側における周波数温度特性を改善することができ、大幅な帯域内挿入損失の劣化を招くことなく、通過帯域低域側において良好な周波数温度特性を有する、広帯域の弾性表面波装置を提供することができる。

【0076】第2の発明において、上記第1、第2の特定の局面で提供される構成を組み合わせた場合には、通過帯域の高域側及び低域側の双方において周波数温度特性を改善することができ、それによって大幅な帯域内挿入損失の劣化を招くことなく、通過帯域の全域に渡り良好な周波数温度特性を有し、広帯域の弾性表面波装置を提供することができる。

【0077】本発明において、上記圧電基板として、36°～44° YカットX伝搬LiTaO₃基板を用いた場合、36°～44° YカットX伝搬LiTaO₃基板が負の抵抗温度特性を有するが、上記正の周波数温度特性を有する膜の形成により、周波数温度特性を改善し得るので、本発明に従って、周波数温度特性が良好な広帯域の弾性表面波装置を提供することができる。

【0078】本発明に係る周波数調整方法では、上記正の周波数温度特性を有する膜が形成されている一端子対弾性表面波共振子のうち少なくとも1つの弾性表面波共振子において、SiO₂膜をエッチングするだけで、容易に周波数を調整することができ、所望とする帯域の弾性表面波装置を容易に提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る弾性表面波装置の模式的平面図。

【図2】比較のために用意した弾性表面波装置を示し、SiO₂膜が一端子対弾性表面波共振子を覆うように形成されていない弾性表面波装置の模式的平面図。

【図3】第1の実施例の弾性表面波装置の周波数特性を示す図。

【図4】比較例1の弾性表面波装置の周波数特性を示す図。

【図5】第1の実施例において、温度を-25℃～+75℃の範囲で変化させた場合の周波数特性の変化を示す図。

【図6】比較例1の弾性表面波装置において、温度を-25℃～+75℃の範囲で変化させた場合の周波数特性の変化を示す図。

【図7】第1の実施例で用いられている弾性表面波フィルタ単体において、温度が-25℃～+75℃まで変化した場合の周波数特性の変化を示す図。

【図8】第1の実施例で用いられている一端子対弾性表面波共振子単体において、温度が-25℃～+75℃まで変化した場合の周波数特性の変化を示す図。

10 【図9】比較例1の弾性表面波装置に用いられている一端子対弾性表面波共振子単体において、温度が-25℃～+75℃まで変化した場合の周波数特性の変化を示す図。

【図10】第2の実施例の弾性表面波装置の回路構成を説明するための模式的平面図。

【図11】比較例2の弾性表面波装置を説明するための図であり、SiO₂膜が一端子対弾性表面波共振子を覆うように形成されていない弾性表面波装置の模式的平面図。

20 【図12】第2の実施例において、温度が-25℃～+75℃まで変化した場合の周波数特性の変化を示す図。

【図13】比較例2において、温度が-25℃～+75℃まで変化した場合の周波数特性の変化を示す図。

【図14】本発明の第3の実施例に係る弾性表面波装置を説明するための模式的平面図。

【図15】本発明の第3の実施例に係る弾性表面波装置において、温度が-25℃～+75℃まで変化した場合の周波数特性の変化を示す図。

30 【図16】従来例の周波数特性を示す図であり、36° YカットX伝搬LiTaO₃基板上に縦結合型3IDT型の共振子フィルタが構成されている場合の周波数特性を示す図。

【図17】図1に示した弾性表面波フィルタにおいて、電極指ピッチで定められる波長の15%の厚みSiO₂膜を積層した場合の周波数特性を示す図。

【符号の説明】

- 1…弾性表面波装置
- 2…圧電基板
- 3…弾性表面波フィルタ
- 4…一端子対弾性表面波共振子
- 5…入力端子
- 6…出力端子
- 7…SiO₂膜（第1のSiO₂膜）
- 7A…第2のSiO₂膜
- 21…弾性表面波装置
- 22…圧電基板
- 23…弾性表面波フィルタ
- 24…一端子対弾性表面波共振子
- 25…入力端子

17

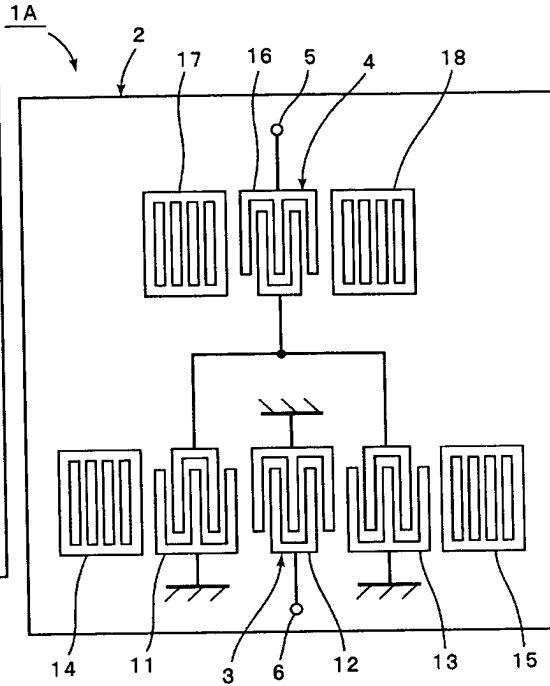
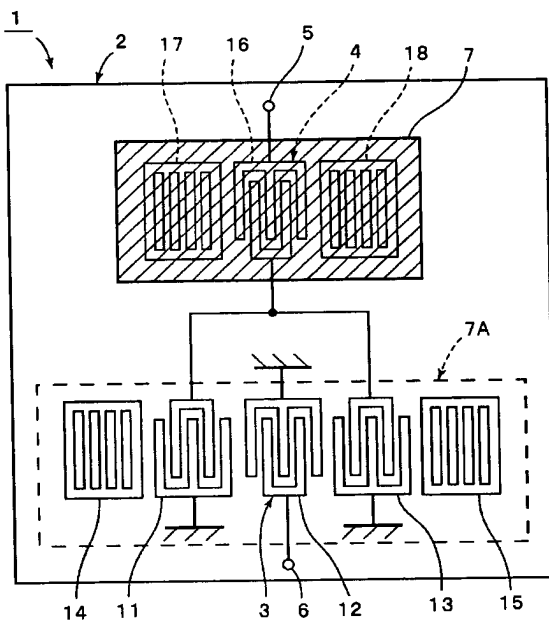
18

- 2 6 …出力端子
 4 1 …弾性表面波装置
 4 3 …弾性表面波フィルタ
 4 4 …一端子対弾性表面波共振子
 4 5 …一端子対弾性表面波共振子

- 4 6 …入力端子
 4 7 …出力端子
 4 8, 4 8 A …SiO₂膜

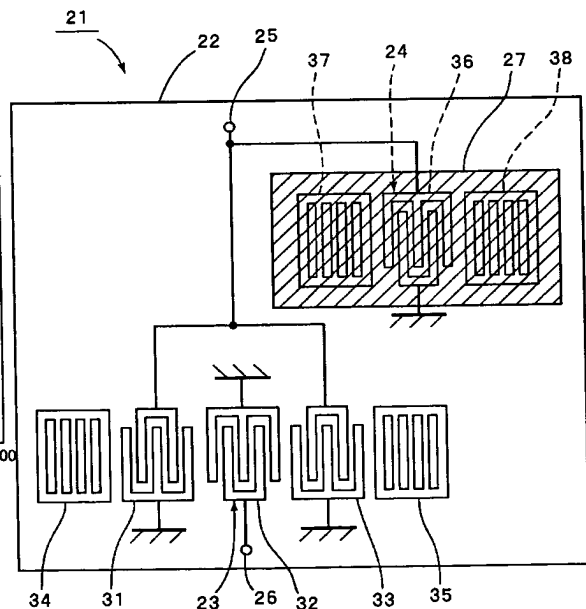
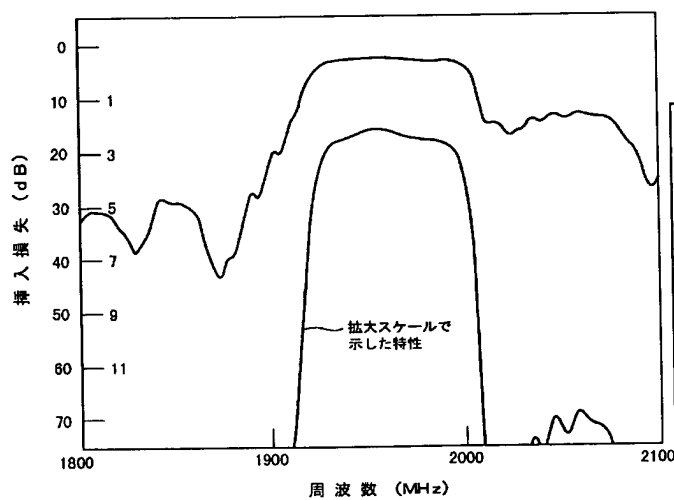
【図 1】

【図 2】

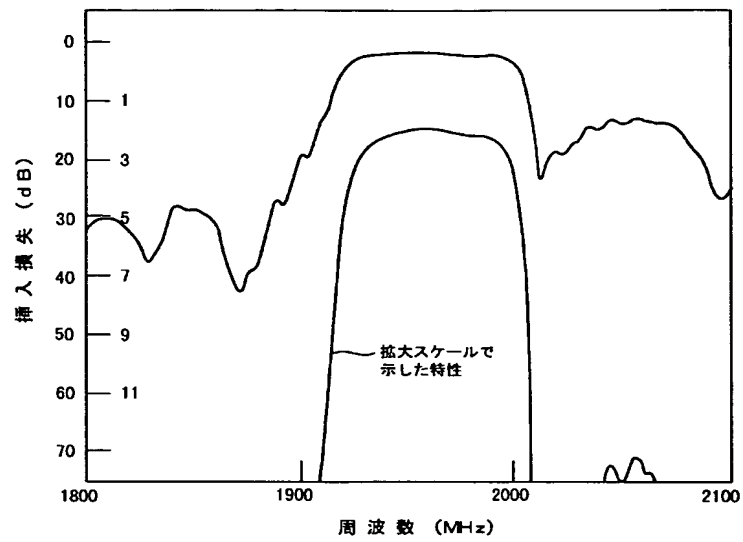


【図 3】

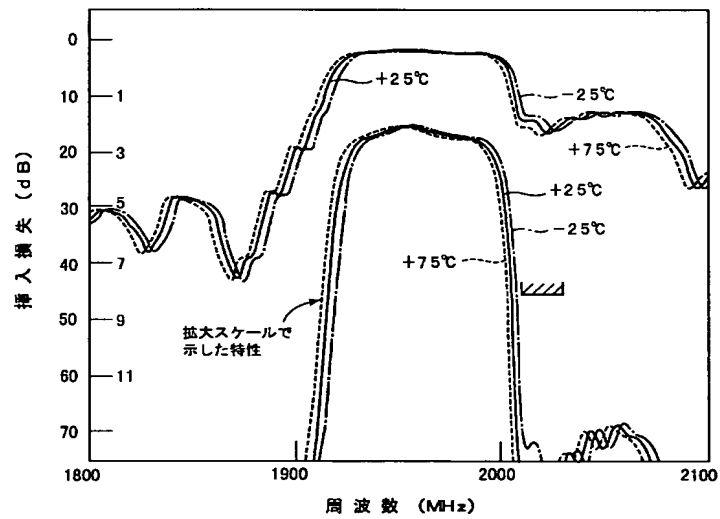
【図 10】



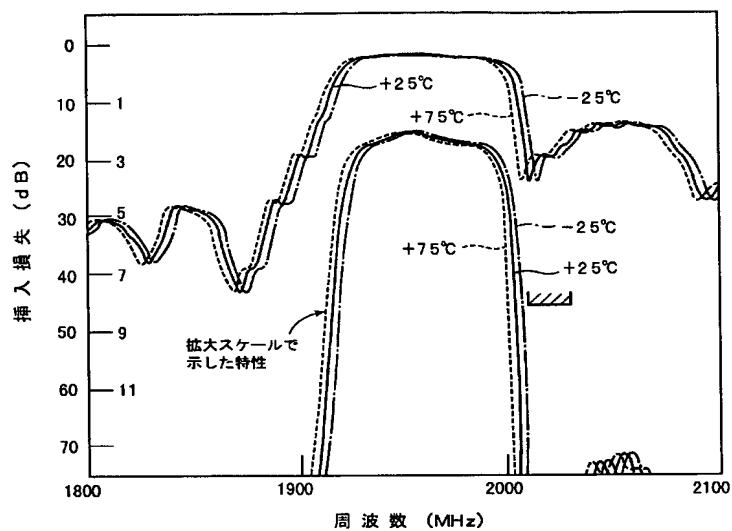
【図 4】



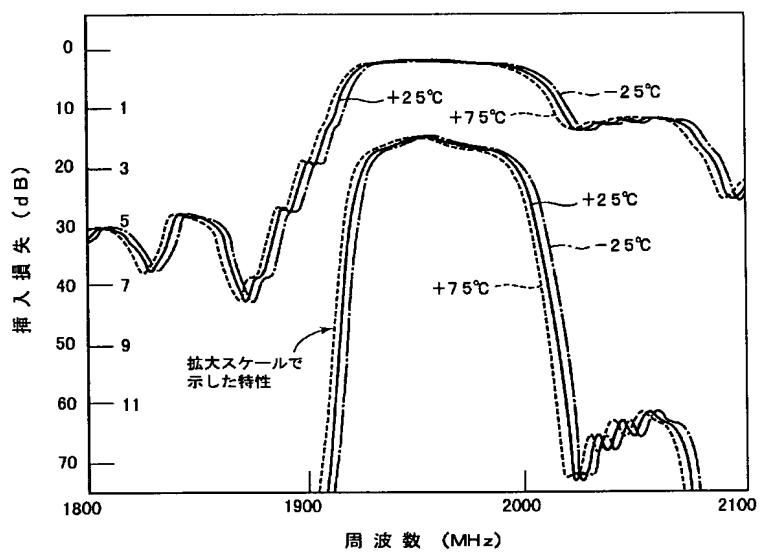
【図 5】



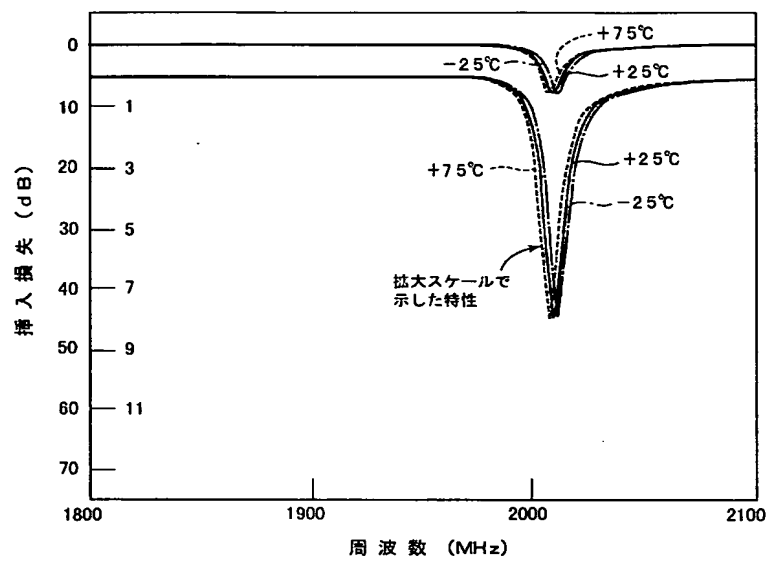
【図6】



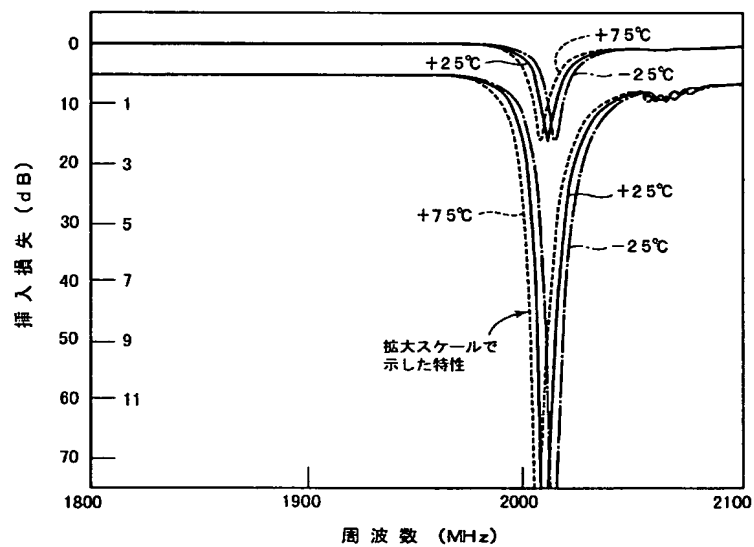
【図7】



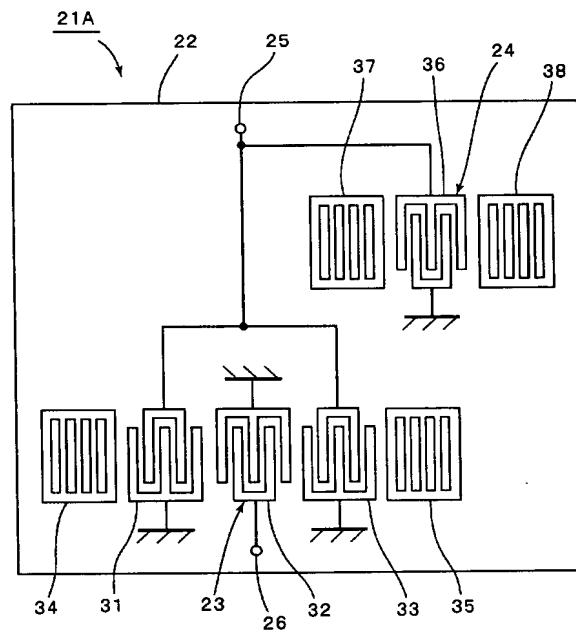
【図8】



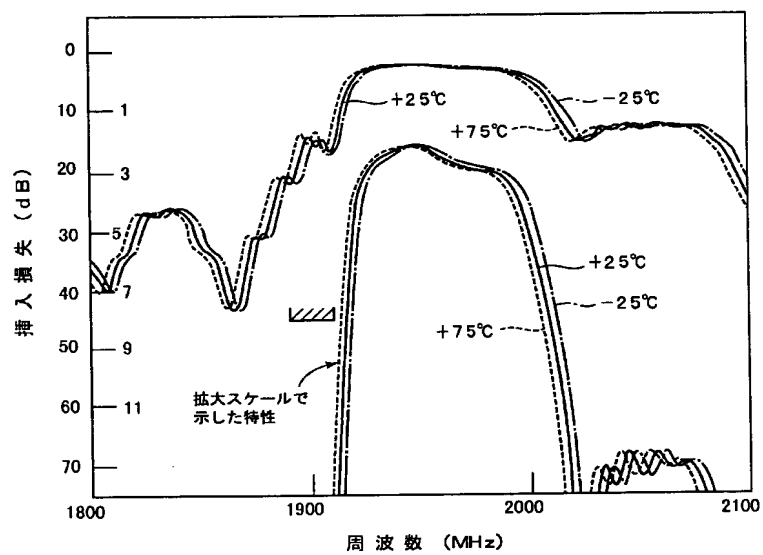
【図9】



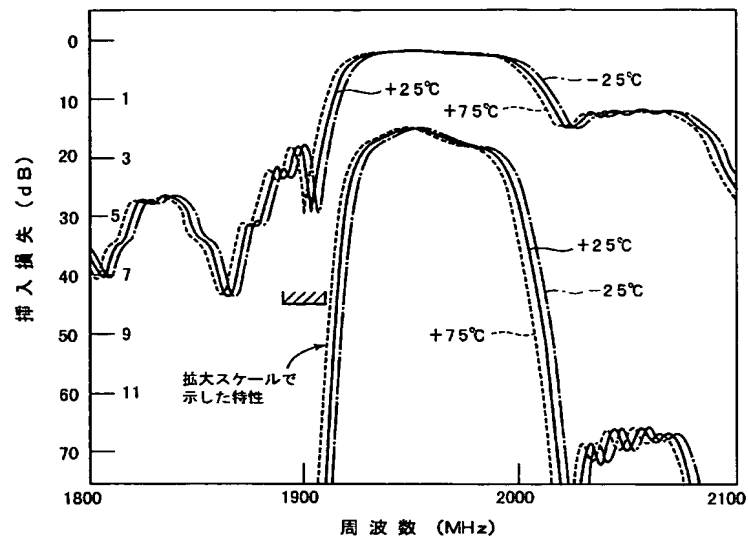
【図 11】



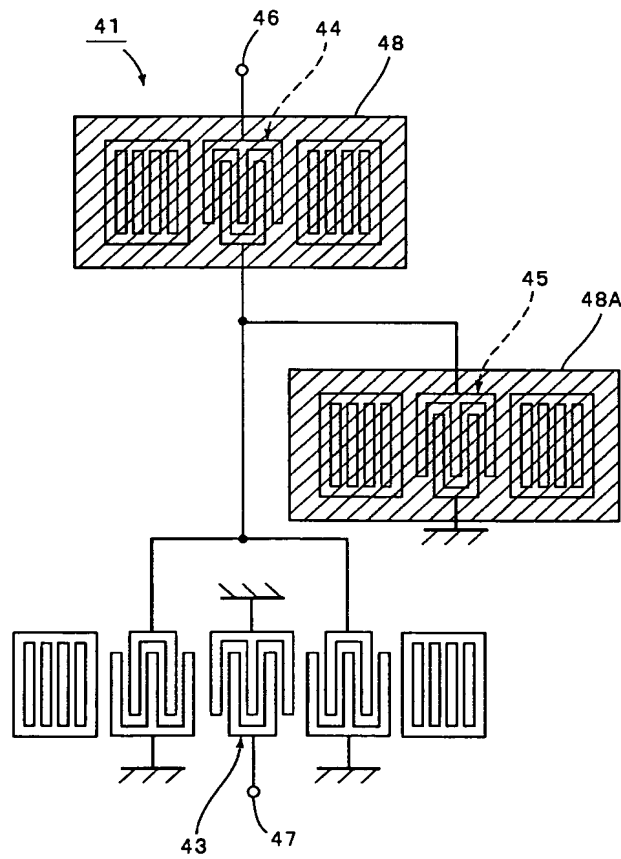
【図 12】



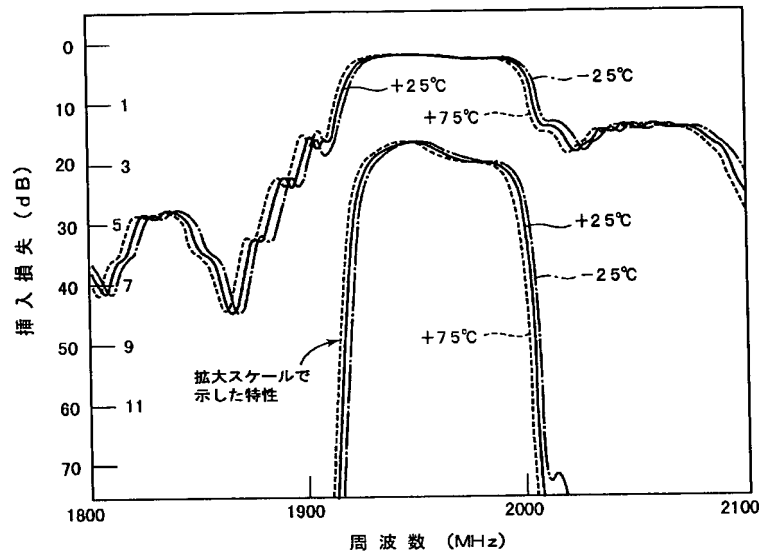
【図 13】



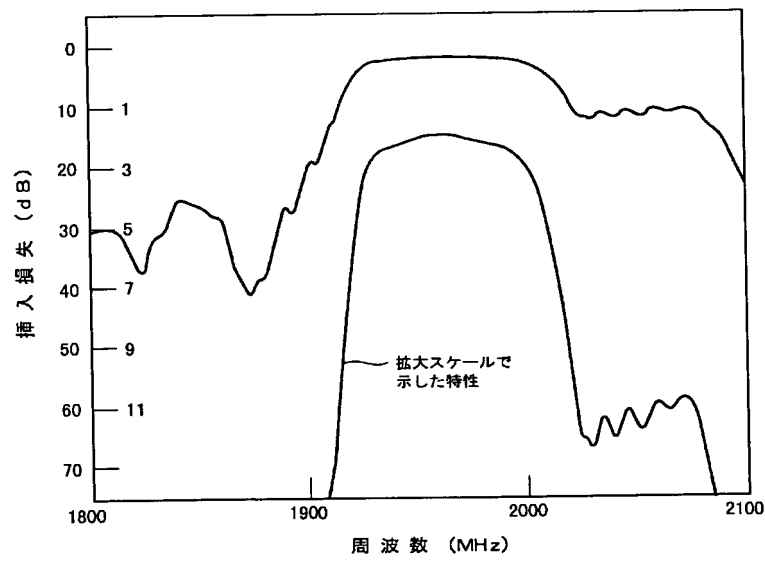
【図 14】



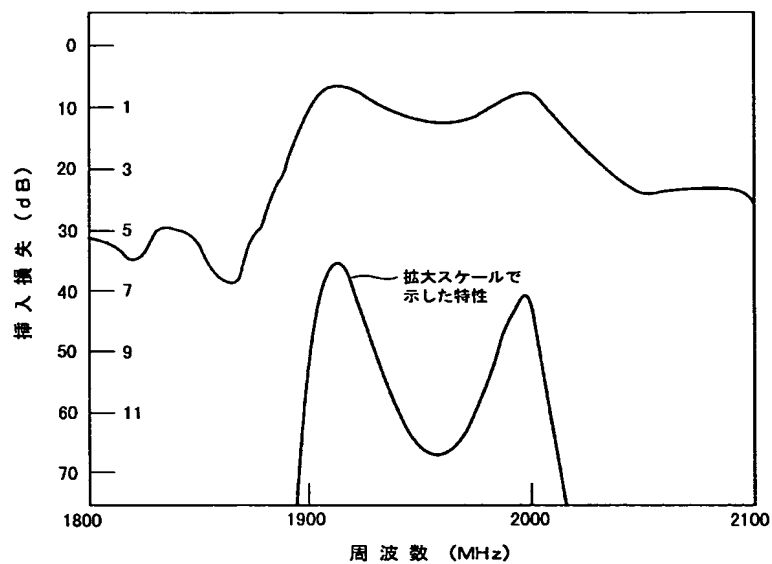
【図15】



【図16】



【図 17】



THIS PAGE BLANK (USPTO)